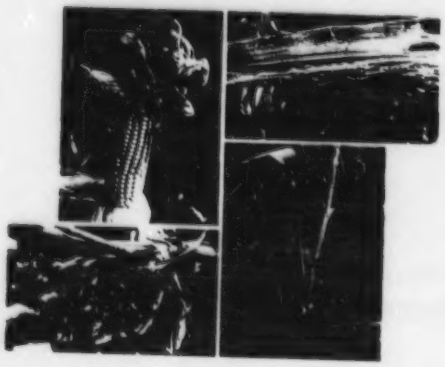
Agriculture and Agri-Food Canada / Agriculture et Agroalimentaire Canada

# Common Diseases of Corn in Canada

**Eastern Cereal and Oilseed Research Centre**

Central Experimental Farm
Ottawa, Ontario



Canada

102-06406/

# Common Diseases of Corn in Canada

**Lana Reid and Xiaoyang Zhu**

**Eastern Cereal and Oilseed Research Centre**
**Research Branch**
**Agriculture and Agri-Food Canada**

Publication 2088/E 2001

©Minister of Public Works and Government Services Canada 2001

Address orders and inquiries to:
Information Distribution and Forms Management Services
Corporate Management Branch
Agriculture and Agri-Food Canada
Ottawa, Ontario, Canada K1A 0C5

Tel: (613) 759-6626 Fax: (613) 759-6726
E-mail: comeauu@em.agr.ca

Cat. no. A42-94/2001E
ISBN 0-662-30988-X
Printed 2001

Electronic version available at:
http://res2.agr.ca/ecorc/section1/corn/diseases.htm

**Canadian Cataloguing in Publication Data**
Reid, Lana M., 1962-
Common diseases of corn in Canada/
Lana Reid and Xiaoyang Zhu.–
(Publication; 2088)

Issued also in French under the title:
*Maladies courantes du maïs au Canada.*

Cat. no. A42-94/2001E
ISBN 0-662-30988-X

1. Corn–Diseases and pests–Canada. I. Zhu, Xiaoyang. II. Eastern Cereal and Oilseed Research Centre (Canada). III. Canada. Agriculture and Agri-Food Canada. IV. Title. V. Series: Publication (Canada. Agriculture and Agri-Food Canada); English; 2088.

SB613.C2.D3 2000 633.1'593'0971 C2001982000-3



# Table of Contents

**Preface** 4
**Acknowledgements** 5

**1.0 BACTERIAL DISEASES** 6
1.1 Stewart's Bacterial Wilt 7
1.2 Holcus leaf spot 11

**2.0 FUNGAL DISEASES** 13
2.1 Gibberella Ear Rot 14
2.2 Fusarium Ear and Kernel Rot 17
2.3 Diplodia Ear Rot 20
2.4 Common Smut 22
2.5 Head Smut 27
2.6 Gibberella Stalk Rot 32
2.7 Fusarium Stalk Rot 35
2.8 Diplodia Stalk Rot 37
2.9 Anthracnose Top-Die Back and Stalk Rot / Anthracnose Leaf Blight 39
2.10 Pythium Stalk Rot 44
2.11 Northern Leaf Blight 46
2.12 Eyespot 51
2.13 Common Rust 55
2.14 Crazy Top Downy Mildew 60

**3.0 VIRAL DISEASES** 61
3.1 Maize Dwarf Mosaic 62
3.2 Wheat Streak Mosaic 67

## Preface

Corn diseases, caused by bacteria, fungi and viruses, reduce yields and grain quality throughout Canada. Some of these diseases occur every year but do not cause much damage while others occur only sporadically and result in significant yield and quality losses under favourable weather conditions.

The purpose of this publication is to assist corn researchers and producers in identifying diseases likely to be encountered in Canadian corn fields. Some general recommendations for control are also given but all disease management decisions should only be made after consultation with agricultural extension professionals.



## Acknowledgements

We acknowledge the significant technical support of Tsegaye Woldemarian in pathogen collection and identification, and photography of diseased plant tissue. We are indebted to Daniel Presello for assistance with identification of corn viruses and to all members of the corn crew of the Eastern Cereal and Oilseed Research Centre, Ottawa. The reviews and editorial suggestions of Allen Xue, Keith Seifert and André Levesque are greatly appreciated. Thanks is expressed to Judy McCarthy and her co-workers for expertise in the graphical presentation of this booklet.

This text is based on research which was partially supported by the Ontario Corn Producers' Association through an Agriculture and Agri-Food Canada - Matching Investment Initiative collaboration.

This text and color photos also may be downloaded from the Internet site of the Eastern Cereal and Oilseed Research Centre at
http://res2.agr.ca/ecorc/section1/corn/diseases.htm

# BACTERIAL DISEASES

Plant-pathogenic bacteria are single celled organisms. In suitable environments, bacteria populations can double within a few hours. Bacteria are spread by an animal or insect vector, rain splash, wind, and farm machinery. Identification of plant-pathogenic bacteria can be difficult. Symptoms of a suspected bacterial disease must be confirmed with laboratory identification of the bacteria; however, one of the more common signs is an ooze or bacterial stream from infected plant tissue. There are only two bacterial diseases that are commonly found in some parts of Canada: Stewart's bacterial wilt (*Erwinia stewartii)* and Holcus leaf spot (*Pseudomonas syringae*).



## 1.1 Stewart's Bacterial Wilt

**(Stewart's wilt; bacterial wilt; bacteriosis)**

**Causal Organism:** *Erwinia stewartii* (Smith) Dye (*Pantoea stewartii* Mergaert et al.).

**Symptoms:** Symptoms appear soon after tasselling and consist of long, pale green/yellow or tan coloured streaks with wavy margins that generally follow leaf veins (Fig. 1). Feeding scars of the flea beetle can sometimes be found as a small arc-like scratch on the leaf at the base of the streak. The streaks soon dessicate and turn brown. If infection is severe, entire leaves may die and dry up. If the bacterium enters the stalk, the tassel becomes bleached and may die while the stalk decay causes a general wilting of the plant. Infected plants are also predisposed to fungal stalk rots. Infected stalks may ooze droplets of pale yellow fluid. Early infected plants, especially sweet corn, will be stunted, produce small ears or be barren (Fig. 2) or even die before tasselling.

**Figure 1.** Stewart's Bacterial Wilt leaf lesions appear on the leaves as long, pale streaks with wavy margins. These lesions may be green/yellow or tan in colour and usually follow the lines of the leaf veins.

**Figure 2.** A sweet corn plant severely infected with Stewart's Bacterial Wilt exhibiting stunted growth, dry leaves and excessive tillering.

**Occurrence:** Most severe in southern Ontario, especially after a mild winter followed by hot summer (above 30°C). Occurrence in the rest of Ontario and Quebec is sporadic. The corn flea beetle (*Chaetocnema pulicaria*) is the vector for this bacterium. Bacteria overwinter in adult beetle guts, so outbreaks are linked to the winter survival rate of the beetles. In the spring, the beetles feed on the plants and infect them. Stewart's wilt bacteria are also seedborne, but seed transmission is rare.

**Control:** Use resistant hybrids, especially in areas where warm winters favour survival of the flea beetle. Dent corn is much less susceptible than sweet corn. Controlling weeds, especially grasses, may remove alternate hosts of the flea beetle. Insecticide applications can be used to reduce flea beetle populations but this may not be economical except in sweet corn crops. High levels of nitrogen and phosphorus increase disease incidence and severity. High levels of calcium and potassium decrease disease severity.



## 1.2 Holcus Leaf Spot

**Causal Organism:** *Pseudomonas syringae pv. syringae* van Hall (syn. *P. holci* Kendrick).

**Symptoms:** First symptoms appear as small (less than 10 mm diameter) round-to-elliptical shaped dark green spots on the leaves. These spots first have the appearance of being water-soaked but eventually dry to a creamy-white or tan colour with a brown or reddish margin; some are surrounded by a yellowish halo (Fig. 3).

**Occurrence:** This disease is only occasionally found in Canada and is usually not severe. If plants are in the vegetative growth stage (before flowering), symptoms often appear a few days after a thunderstorm. Rainy, windy weather and warm temperatures (25-30°C) favour disease development especially early in the season. The bacteria are splashed onto leaves and penetrate through openings on the leaf surface called stomata or through wounds caused by hail, blowing soil or wind.

**Control:** Little is known about the resistance levels in commercial hybrids. The bacterium survives in corn debris and has several alternate hosts including weeds, so crop rotation and effective weed control are important.

**Figure 3.** Typical leaf lesions of Holcus leaf spot: creamy-white or tan coloured spots with a brown or reddish coloured margin and surrounded by a yellow halo.



2.0

# FUNGAL DISEASES

Most of the corn diseases in Canada are caused by fungi. The body of most plant-pathogenic fungi consists of a mass of numerous threadlike hyphae called a mycelium (often referred to as mold). Various other structures can be formed ranging from single cells such as spores to large fruiting bodies which produce spores. The asexual reproductive stage is usually associated with the mycelium while the sexual stage is usually associated with fruiting bodies. Spores can be produced from both stages and are the major means by which fungi reproduce. Spore size and shape is often used to identify fungi along with the characteristics of the mycelium and fruiting bodies. Fungi can attack all parts of the corn plant. Some fungi remain localized in the tissue that was first infected, e.g. the ear, while other fungi are systemic and can spread throughout the plant.

## 2.1 Gibberella Ear Rot (Pink Rot, Red Rot)

**Causal Organism:** *Fusarium graminearum* Schwabe [sexual state: *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch].

**Symptoms:** The typical symptom of gibberella ear rot is a pink-to-reddish coloured mold, often starting at the ear tip or from an insect wound and growing down the ear (Fig. 4). Cobs can become quite spongy and husks become bleached and adhere tightly to the kernels. A powdery, cottony-pink mold may form later. Black coloured perithecia (fungal fruiting bodies that produce sexual spores) may be visible on husks.

**Occurrence:** This is one of the most economically important ear rotting agents in Canada. The pathogen survives in soil and on crop residue; spores are produced in wet weather and dispersed by wind, rain splash and insects or birds. Infection takes place through the silks or through wounds created by birds or insects. Silks are highly susceptible 2-6 days after silking; kernels are susceptible until they reach

**Figure 4.** Typical mold growth on an ear of corn infected with gibberella ear rot. Mold colour is usually pink to reddish and often starts from the tip of the ear and spreads downward or from an insect/bird wound.

physiological maturity. Infected ears are contaminated with mycotoxins such as deoxynivalenol (DON, vomitoxin) and zearalenone, which are highly toxic to livestock, especially swine, and humans. Gibberella ear rot is favoured by cool, wet weather shortly after silking.

**Control:** Use resistant hybrids if available. Since this fungus also causes scab in wheat, corn should not be rotated with wheat or other cereals susceptible to scab if this disease is present. Hybrids with tight husk coverage and upright ears tend to get less infection. Crop rotation and fall tillage will reduce crop debris and thus may reduce disease levels in the next season. Insect control will reduce symptoms, especially with the use of Bt hybrids. Fields should be scouted as the corn begins to dent; if mold problems are identified, these fields should be harvested as soon as possible to prevent further mold growth. Adjust combines to eliminate light weight, moldy kernels and reduce damage to other kernels that may lead to continued mold growth in storage. Dry moldy corn immediately and rapidly. Test grain for mycotoxins before using as feed.



## 2.2 Fusarium Ear and Kernel Rot

**Causal Organisms:** There are three main species responsible for fusarium ear and kernel rot: *Fusarium verticilliodes* [= *Fusarium moniliforme* J. Sheld. (sexual stage: *Gibberella moniliformis* Wineland)]; *F. proliferatum* (T. Matsushima) Nirenberg (sexual stage: *G. fujikuroi* var. *intermedia* Kuhlmann); and *F. subglutinans* (Wollenweb. & Reinking) Nelson, Toussoun and Marasas (sexual stage: *G. subglutinans* Nelson, Toussoun and Marasas).

**Symptoms:** The typical symptom of fusarium kernel or ear rot is a whitish to pink coloured mold, often starting at the ear tip or butt of the ear, commonly from an insect wound. *Fusarium verticilliodes* symptomatic kernels tend to be randomly scattered on the ear (Fig. 5) unlike other ear rots that spread from an initial point of entry. Infected kernels may also exhibit a 'starburst' symptom in which white streaks radiate from the point of silk attachment to the kernel. Husks may become bleached and adhere tightly to the kernels. Black coloured perithecia (fungal fruiting bodies that produce sexual spores) may be visible on husks.

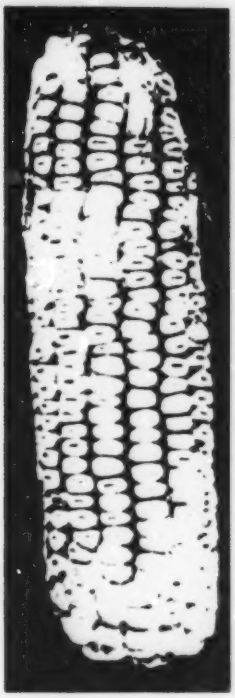


**Figure 5.** Characteristic spotty mold growth associated with Fusarium kernel rot caused by *Fusarium verticilliodes*. Mold colour is usually white and randomly distributed on the ear.



**Occurrence:** This disease is more important in the warmer, dry areas of Canada such as southern Ontario. The pathogens survive in soil and on crop residue; spores are produced in wet weather and dispersed by wind, rain splash and insects or birds. Infection takes place through the silks or through wounds created by birds and/or insects. There is also evidence that *F. verticilliodes* can invade the ear by systemic infection from the stalk. Infected ears may be contaminated with mycotoxins such as fumonisins, which are highly toxic to livestock, especially horses and humans.

**Control:** Use resistant hybrids if available. Hybrids with tight husk coverage and upright ears tend to get less infection. Crop rotation and fall tillage are important to reduce crop debris and thus disease levels in the next season. Insect control or use of Bt hybrids will reduce symptoms. Fields should be scouted as the corn begins to dent; if mold problems are identified, these fields should be harvested as soon as possible to prevent further disease development. Adjust combines to eliminate light weight, moldy kernels and reduce damage to other kernels which may lead to continued mold growth in storage. Dry moldy corn immediately and rapidly. Test grain for mycotoxins before using for feed.

## 2.3 Diplodia Ear Rot

**Causal Organism:** *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. [= *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton].

**Symptoms:** With Diplodia ear rot, infected husks become dry and bleached but the rest of the plant remains green. Eventually, the husks and kernels become covered with a white to grayish brown coloured mold. Kernels appear glued to the husks and cob by white mycelium. Infected ears are light and shrunken. Black pycnidia (fungal fruiting bodies that release asexual spores; look like small raised black bumps) will form on husks and kernels late in the season, this is a characteristic of Diplodia ear rot. If infection occurs several weeks after flowering, symptoms are much less apparent but close inspection of the ear will reveal white mycelial growth between the kernels. Symptoms are most severe if infection occurs just after silking.

**Occurrence:** This disease is not as common as gibberella or fusarium ear rot. *Diplodia maydis* overwinters on corn debris so the incidence is increasing with the



increased use of conservation tillage. The disease is most severe when corn follows corn in rotation, especially if conditions are wet after silking. The pycnidia on the debris produce spores that are splashed onto the silks and then grow down the silks into the ear. This fungus can also penetrate the husks especially at the base of the ear. Bird and insects may also vector the disease and create wounds on the ear for easy fungal entrance. Infection is favoured by cool, wet weather during grain fill. This fungus is not known to produce mycotoxins.

**Control:** Use resistant hybrids. Hybrids with tight husk coverage and upright ears tend to get less infection. Crop rotation and fall tillage are important in reducing crop debris and thus disease levels in the next season. Fields should be scouted as the corn begins to dent; if mold problems are identified, these fields should be harvested as soon as possible to prevent further disease development. Adjust combines to eliminate light weight, moldy kernels and reduce damage to other kernels which may lead to continued mold growth in storage. Dry moldy corn immediately and rapidly.

## 2.4 Common Smut (Boil Smut, Blister Smut)

**Causal Organism:** *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger [ = *U. maydis* (DC.) Corda].

**Symptoms:** Symptoms can occur on all plants parts above the ground, especially young and actively growing plant tissues. Large 2-10 cm galls (swollen, distended growths) are formed on stalks (Fig. 6), tassels and ears (Fig. 7). The galls are first covered by a silvery-white membrane, which changes to a grey mass containing black powdery spores. When mature these galls will erupt and release black spores. Galls may also form on leaves but are generally small, brown and hard (Fig. 8). Early infection may kill young plants. Plants with large galls on the lower stalks may be stunted, barren or produce small ears. Infection of ears is usually from spores germinating on the silks and mycelia growing down the silks to infect the kernels.

**Occurrence:** This disease is found in most corn growing regions of Canada. Black teliospores of the pathogen overwinter in soil or crop debris and can survive for several years. Initial infections occur from

**Figure 6.** Common smut galls on the nodes of a corn stalk. Galls will eventually erupt to reveal masses of black spores.

**Figure 7.** Corn ear severely infected with common smut. Galls will eventually erupt to reveal masses of black spores.

**Figure 8.** Common smut galls on corn leaves and sheaths. These galls are much smaller than those that form on stalks and ears and rarely erupt to release spores.

wind-borne or water-borne spores in the spring. Spores from galls on the plants can infect other plants. Infection can occur through unwounded tissue, but wounds caused by insects, detasseling, cultivation, hail or blowing soil are important sources of fungal entry. The fungus favours high temperatures of 26-34°C. There is no consensus on whether smut favours humid or dry conditions. During combine harvesting, spores are spread locally by the wind. Spores can also be spread from field to field by contaminated farm equipment. In certain parts of Mexico, galls that form on sweet corn ears are considered a delicacy known as *huitlacoche* or maize mushroom.

**Control:** Use resistant hybrids and avoid mechanical injury to plants. Destruction of galled plants is useful where feasible. Crop rotation will reduce disease severity in the following season. Maintain balanced soil fertility since high nitrogen and manure applications will promote vigorous plant growth making the plant more susceptible; phosphate fertilization tends to decrease incidence. Herbicide injury will also promote infection.



## 2.5 Head Smut

**Causal Organism:** *Sporisorium holci-sorghi* [= *Sphacelotheca reiliana* (Kuhn) G.P. Clinton].

**Symptoms:** Symptoms first appear when ears and tassels are formed. Infected ears are smaller, rounded, lack silks and may have galls that are first covered with a thin layer of tissue that breaks open to expose the black spore masses and threadlike remains of the plant (Fig. 9). Leaf-like proliferations may develop on the tassels and ears. Tassels can become completely changed into a mass of sooty looking branches resembling a 'wire brush' (Fig. 10). Ears may be aborted and replaced with a leaf-like proliferation of tissues. Plants can become severely dwarfed. Galls may form on leaves in long narrow strips but the leaves and stalks are rarely symptomatic.

**Occurrence:** This is a systemic disease (Fig. 11) found on some farms in Canada. Black teliospores of the fungus overwinter in soil and then infect the growing point of young seedlings as the plants grow to the

**Figure 9.** Corn ear infected with head smut: late stage of infection when all that remains of the ear is a dry mass of spores surrounded by fibrous strands of tissues.

**Figure 10.** Corn tassel infected with head smut exhibited 'wire-brush' symptom.

**Figure 11.** Systemic infection of a corn plant with head smut. All ears on the plant are infected.



surface. The fungus then grows internally (systemically) into the ear and tassel. Infection is more common in dry years with temperatures of 21-28°C. Spores can survive in the soil up to 10 years. Spores may also be seedborne and spread through contaminated animal feed and manure because the spores pass through the animals unaffected. Spores can be spread locally by the wind during combine harvesting. Spores can also be spread from field to field by contaminated farm equipment.

**Control:** Use resistant hybrids. Hybrids with more rapid seedling development may escape infection. Rotate crops; do not plant corn for several years in contaminated fields. Care must be taken to prevent dissemination of spores in seed, feed, manure and on farm equipment. Fungicide may be useful in sweet corn fields. Maintain balanced nitrogen levels because this disease is more common in soils with nitrogen deficiencies.

## 2.6 Gibberella Stalk Rot

**Causal Organism:** *Fusarium graminearum* Schwabe [sexual state: *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch].

**Symptoms:** Gibberella stalk rot infected plants may wilt and the leaves may change from a light to dull green colour while the lower stalk becomes dry and the pith tissue disintegrates to a shredded appearance (Fig. 12). Distinctive symptoms of gibberella ear rot are a tan to dark brown discolouration of the lower internodes and a pink to reddish discolouration of the pith tissue. Bluish-black coloured perithecia (fungal fruiting structures that releases sexual spores) or reddish-white asexual spores form on the stalk surface. Plants may lodge if the infection is severe.

**Occurrence:** This fungus is one of the more potentially damaging stalk rotting agents in Canada. The pathogen survives in soil and on crop residue; spores are produced in wet weather and dispersed by wind, rain splash and insects or birds. Infection takes place through roots or through wounds in the stalk often shortly after pollination. Like most stalk rots, occurrence is strongly linked to stress during grain filling by any conditions

**Figure 12.** Gibberella stalk rot of corn. The lower internodes of the stalk turn tan to dark brown in colour and the pith becomes shredded and has a characteristic red or pink colour.

that reduce photosynthesis and production of sugars (leaf diseases, drought or soil saturation, insect damage, hail damage, lack of sunlight, cool weather, etc.). Many stalk rot infections can be traced back to wounding of the stalk by boring insects such as the European corn borer.

**Control:** Planting resistant hybrids, clean plowing, crop rotation, avoidance of high plant populations and balanced soil fertility are some of the methods to control this disease. Since this fungus also causes scab in wheat, corn should not be rotated with wheat or other cereals susceptible to scab if this disease is present. Control of stalk boring insects is helpful. Fields should be scouted 40-60 days after pollination by looking for symptoms and pinching stalks. When pinched, infected stalks are easily compressed or crushed. Fields should be harvested as early as possible if more than 10-15 % of the stalks have rot because rotted stalks will lodge, making harvest difficult.



## 2.7 Fusarium Stalk Rot

**Causal Organisms:** There are three main species responsible for fusarium stalk rot: *Fusarium verticilliodes* [= *Fusarium moniliforme* J. Sheld. (sexual stage: *Gibberella moniliformis* Wineland]; *F. proliferatum* (T. Matsushima) Nirenberg (sexual stage: *G. fujikuroi* var. *intermedia* Kuhlmann); and *F. subglutinans* (Wollenweb. & Reinking) Nelson, Toussoun and Marasas (sexual stage: *G. subglutinans* Nelson, Toussoun and Marasas).

**Symptoms:** Symptoms of fusarium stalk rot are not much different from gibberella stalk rot. Plants may wilt, the leaves change from a light to dull green, the lower stalks dry and the pith tissue disintegrates to a shredded appearance. Brown streaks appear on the lower internodes and the rotted pith tissue may be whitish pink to salmon in colour as opposed to the distinct red-pink colour of gibberella stalk rot. Infected plants may lodge. Symptoms usually appear late in the season.

**Occurrence:** This disease is more important in the warmer, dry areas of Canada such as southern Ontario. The pathogens survive in soil and on crop

residue. Spores are dispersed by wind, rain, insects and birds. This fungus may also be present in the seeds and/or the plants but not create disease symptoms. Infection can take place through the roots or through wounds on the leaves or stalk. Like most stalk rots, occurrence is strongly linked to stress during grain filling by any conditions that reduce photosynthesis and production of sugars (leaf diseases, drought or soil saturation, insect damage, hail damage, lack of sunlight, cool weather, etc.). Many stalk rot infections can be traced back to wounding of the stalk by boring insects such as the European corn borer.

**Control:** Planting resistant hybrids, clean plowing, crop rotation, avoidance of high plant populations and balanced soil fertility are some of the methods to control this disease. Control of stalk boring insects is helpful. Fields should be scouted 40-60 days after pollination by looking for symptoms and pinching stalks. When pinched, infected stalks are easily compressed or crushed. Fields should be harvested as early as possible if more than 10-15 % of the stalks have rot because rotted stalks will lodge, making harvest difficult.



## 2.8 Diplodia Stalk Rot

**Causal Organism:** *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. [= *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton].

**Symptoms:** Like most stalk rots, Diplodia rotting symptoms include a disintegration of the pith tissue causing the pith to have a shredded appearance and stalks that are easily crushed or compressed when pinched. Diplodia stalk rot is characterised by numerous black pycnidia (flask shaped fungal fruiting structures that produce asexual spores) that appear as small dots about the size of a pinhead on the lower internodes of the stalk. If conditions are wet, a white mold may appear on the surface of the stalk.

**Occurrence:** This fungus overwinters as spores on corn debris and as pycnidia or mycelium in corn seed. Incidence of this stalk rot are increasing in minimum tillage areas especially if corn follows corn in rotation. During wet weather, pycnidia produce spores that are dispersed by splashing water and wind. These spores infect the plant through the crowns, roots, and lower nodes. Insects may also carry

the spores to plants and into feeding wounds. Dry conditions early in the season, followed by wetter conditions after silking, favour disease development. Like most stalk rots, occurrence is strongly linked to stress during grain filling by any conditions that reduce photosynthesis and production of sugars (leaf diseases, drought or soil saturation, insect damage, hail damage, lack of sunlight, cool weather, etc.).

**Control:** Planting resistant hybrids, clean plowing, crop rotation, and balanced soil fertility are some of the methods to control this disease. Fields should be scouted 40-60 days after pollination by looking for symptoms and pinching stalks. When pinched, stalks are easily compressed or crushed. Fields should be harvested as early as possible if more than 10-15 % of the stalks have rot since rotted stalks will lodge, making harvest difficult.



## 2.9 Anthracnose Top-Die Back and Stalk Rot / Anthracnose Leaf Blight

**Causal Organism:** *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils. (sexual state: *Glomerella graminicola* Politis).

**Symptoms:** Stalk rot with this disease is characterized by a distinctive blackening of the stalks as a result of black streaks that appear on the lower stalk late in the season. The pith turns dark brown and has a shredded appearance (Fig. 13). Numerous, black, spiny asexual fruiting bodies (acervuli) form on the surface of the dead tissue. Like most stalk rots, the most obvious symptom is a sudden death of plants before grain maturity. Since the leaves wilt and die after infection, the plant has the appearance of being 'frosted'. Another common symptom is lodging. If seedlings are infected, the plants may die before flowering. Top-die back refers to symptoms after the dough stage in which the top nodes, leaves and the tassel dry out, but the bottom leaves remain green and normal (Fig. 14). This same fungus can cause Antracnose Leaf Blight, but this is

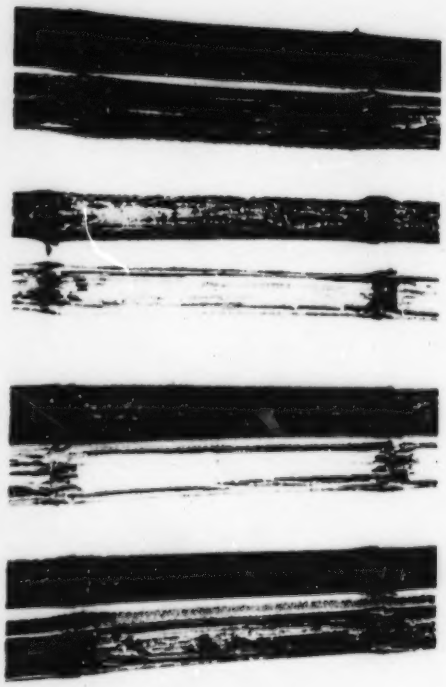


**Figure 13.** Anthracnose stalk rot of corn. Black streaks appear on the lower internodes and the pith becomes shredded and dark brown in colour.

**Figure 14.** Anthracnose top-die back of corn. The top nodes of the stalk, the leaves and the tassel dry out but the bottom leaves and stalk remain green.

rarely found in Canada. Symptoms of the leaf blight include oval or spindle-shaped lesions that are tan to brown in colour with a brown or purple margin; acervuli develop on the dead leaf tissue.

**Occurrence:** This disease is becoming more severe in Canada. The fungus survives in corn debris, infected seed, and some weed species. For stalk rot, the fungus infects plants through the roots or by rain splash onto stalks. Spores can also infect through wounds on the stalk or leaves. Insects may also carry spores into wounds. Like most stalk rots, occurrence is strongly linked to stress during grain filling by any conditions that reduce photosynthesis and production of sugars (leaf diseases, drought or soil saturation, insect damage, hail damage, lack of sunlight, cool weather etc.). Many stalk rot infections can be traced back to wounding of the stalk by boring insects such as the European corn borer.



**Control:** Use resistant hybrids; resistance to both the stalk and leaf blight forms are not necessarily found in the same hybrid. Clean plowing may reduce inoculum levels. Crop rotation is essential especially in reduced tillage areas. Balanced soil fertility is important to control this disease. Control of the corn borer will reduce entry of the pathogen through feeding sites. Fields should be scouted 40-60 days after pollination by looking for symptoms and pinching stalks. When pinched, infected stalks are easily compressed or crushed. Fields should be harvested as early as possible if more than 10-15 % of the stalks have rot since rotted stalks will lodge, making harvest difficult.

## 2.10 Pythium Stalk Rot

**Causal Organism:** *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. (= *P. butleri* L. Subramanian) and other *Pythium* species.

**Symptoms:** A typical symptom before flowering is a decay of the first internode above the soil. Infected stalks may have a strong odour. Damaged internodes may twist and fall over but the plant can remain green for several weeks. After the milk stage of plant development, the roots and several lower internodes become water-soaked and decay and can result in early plant death.

**Occurrence:** This disease can occur any time during the season, especially when conditions are warm and wet. The fungus overwinters in the soil and plant debris as oospores that germinate and produce mycelium or zoospores, both of which can infect corn plants



**Control:** Use resistant hybrids. Stress factors such as unbalanced fertilization, high plant populations, use of unadapted hybrids, insects, weeds, poor drainage and infection by leaf diseases may increase plant susceptiblity. Fields should be scouted 40-60 days after pollination by looking for symptoms and pinching stalks. Infected stalks are easily compressed or crushed when pinched. Fields should be harvested as early as possible if more than 10-15 % of the stalks have rot since rotted stalks will lodge, making harvest difficult.

## 2.11 Northern Leaf Blight (White blast, Crown stalk rot or stripe)

**Causal Organism:** *Setosphaeria turcica* (Luttrell) K.J. Leonard & E.G. Suggs [asexual state: *Exserohilum turcicum* (Pass.) K.J. Leonard & E.G. Suggs = *Helminthosporium turcicum* Pass.].

**Symptoms:** Symptoms consist of long, elliptical, grayish-green or tan coloured lesions appearing first on the lower leaves (Fig. 15). Lesions may be as large as 4 x 15 cm. When infection is severe, entire leaves die and it is difficult to see individual lesions; this is sometimes referred to as a 'burning' of leaves. Lesions may also occur on husks but the kernels are not infected. A severely infected plant may turn grayish-green and die pre-maturally. Hybrids with Ht resistance genes develop smaller lesions (Figs. 16 and 17).

**Occurrence:** This is one of the most damaging leaf diseases of corn in Canada and northern regions of the world. The fungus overwinters on corn debris. Spores

**Figure 15.** Typical symptoms of Northern leaf blight of corn. Long, elliptical, grayish-green or tan coloured lesions appear on the leaves.

**Figure 16.** Northern corn leaf blight lesions on a corn plant possessing the *Htm*$_1$ gene for resistance. Lesions are smaller and yellowish-green colour.

**Figure 17.** Northern corn leaf blight lesions on a corn plant possessing the *Ht*$_2$ gene for resistance. Lesions are smaller and yellowish-green colour with a tan centre.

are wind-borne up to 2 km under moderate temperatures (18-25°C) and can also be dispersed by rain splash. Heavy dews favour disease development. Secondary infection can rapidly spread from field to field. In Canada, the initial source of infection may be from spores blowing in from the U.S. Like most leaf diseases, plants infected with northern leaf blight may be predisposed to stalk rot.

**Control:** This fungus has four races. Hybrids resistant to a single race or to all races are available. Crop rotation and tillage help to reduce surface residues and pathogen populations. Fungicide applications are useful in sweetcorn but must be applied early and often several times.



## 2.12 Eyespot (Brown spot)

**Causal Organism:** *Aureobasidium zeae* (Narita & Hiratsuka) J.M. Dingley (= *Kabatiella zeae* Narita & Hiratsuka).

**Symptoms:** Symptoms on leaves consist of round-to-oval lesions (2-5 mm in diameter) with a tan-to-cream coloured centre and a brown (Fig. 18) or purple (Fig. 19) margin surrounded by a yellowish halo, giving the characteristic 'eyespot' appearance. These lesions are easy to recognize if the leaf is held up to a light. The lesions may fuse to form large necrotic areas. The upper leaves may wither and die prematurely. Symptoms can be confused with non-infectious physiological leaf spots or insect damage found on some corn varieties.

**Occurrence:** The incidence of this disease is increasing in Canada. The disease occurs during cool, wet weather in late August and September. The fungus overwinters in corn debris and spores are spread by rain splash and wind. Higher incidence in conservation tillage areas and when corn

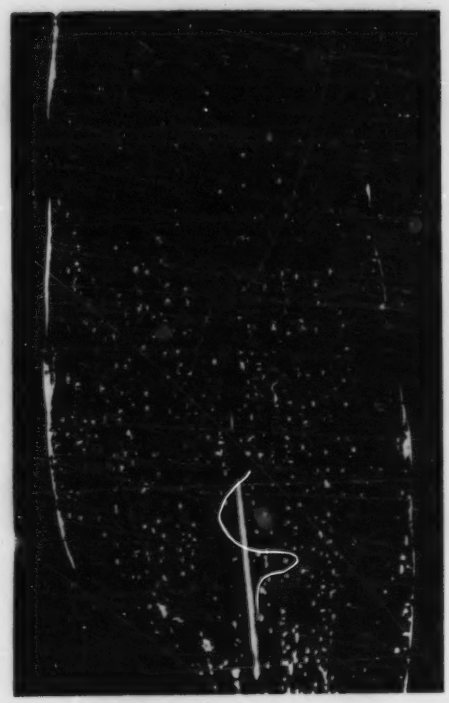


**Figure 18.** Eyespot lesions on a corn leaf. This is one type of lesion consisting of small round to oval spots with a tan or cream coloured centre and a brown margin. Note the yellow halo surrounding the spots, giving the appearance of an 'eye'.

**Figure 19.** Eyespot lesions on a corn leaf. This is one type of lesion consisting of small round to oval spots with a tan or cream coloured centre and a purple margin. Note the yellow halo surrounding the spots, giving the appearance of an 'eye'.

follows corn has been reported. Like most leaf diseases, plants infected with eyespot may be predisposed to stalk rot.

**Control:** Resistant hybrids must be grown in areas with a history of eyespot. Crop rotation and clean plowing are recommended to control this disease. Fungicides can be applied in sweet corn fields.



## 2.13 Common Rust

**Causal Organism:** *Puccinia sorghi* Schwein.

**Symptoms**: Symptoms begin as small discoloured flecks on the leaves that soon turn into small, round to elongate, reddish brown pustules full of red coloured urideospores (Fig. 20). Pustules can be observed on both leaf surfaces as well as husks, leaf sheaths and stalks. The red spores can be rubbed off on hands or clothing. The pustules turn black as the plant matures (Fig. 21). Pustules are frequently clustered in bands around the leaves as a result of infection that took place when the leaf tissue was in the whorl. Younger leaves are more susceptible than mature leaves. When the disease is severe, leaf tissue around the pustules turns yellow, withers and dies. Some hybrids have resistance genes; these plants may develop a hypersensitive response consisting of several small (pin-prick) pale coloured lesions (Fig. 22).

**Figure 20.** Corn leaf infected with common rust. The red-brown coloured pustules erupt releasing rust coloured spores during the summer months.



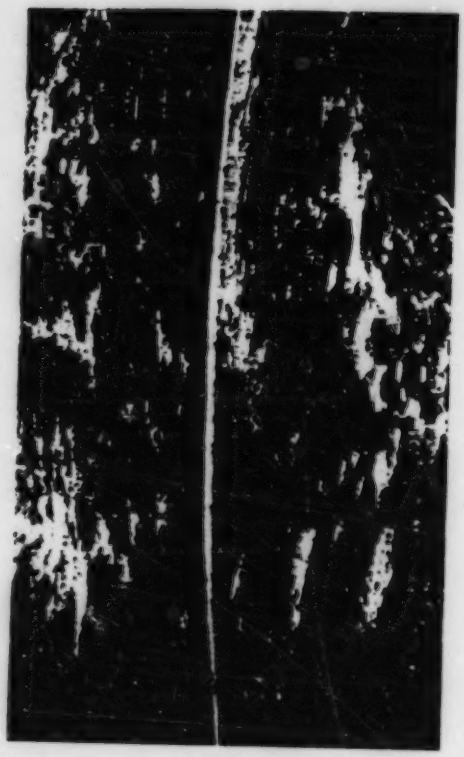


**Figure 21.** Late stage of infection of common rust in corn. The pustules are now more black than rust coloured and contain black teliospores.

**Figure 22.** Example of a hypersensitive response to common rust infection in corn. Plants with some resistance genes respond to rust infection by developing several small 'pin-prick' sized lesions.



**Occurrence:** This fungus does not overwinter in Canada; spores survive the winter on corn in the southern U.S. and then are carried by wind to northern corn regions of the U.S. and Canada. Rust prefers wet seasons with high humidity (above 95 %) and warm temperatures (16-25°C). Like most leaf diseases, plants infected with common rust may be predisposed to stalk rot.

**Control:** Use resistant hybrids. Early planting may allow the crop to develop to a less susceptible stage before spores are blown in. Cultural practices such as crop rotation and clean plowing have no effect on disease incidence since the rust spores blow in from southern regions. Fungicide applications may be economical in sweet corn fields.

## 2.14 Crazy Top Downy Mildew

**Causal Organism:** *Sclerophthora macrospora* [*Sclerophthora macrospora* (Sacc.) Thirumalachar et al. = *Sclerospora macrospora* Sacc.].

**Symptoms:** Typical symptoms are a distortion and/or stunting of the plant and tassel which may be partially or completely replaced by a mass of leafy tissue. Ear shoots may be numerous, elongated, leafy, and barren. Leaves may be narrow and leather-like and there may be excessive tillering. Ears and tassels may not develop.

**Occurrence:** This fungus overwinters as oospores in the soil or in infected tissues. When the soil is very wet, these oospores germinate into zoospores that can swim to young plants and infect them. Grassy weeds and small grain cereals are also susceptible to this pathogen, so the pathogen can remain in a field even without corn for several years. This disease is not a major problem in Canada.

**Control:** Providing adequate soil drainage is an effective method to control this disease. Wet spots should be avoided. Plants will not be affected if the growing point is not submerged.



3.0

# VIRAL DISEASES

Despite the fact that viruses cause the most important diseases of corn elsewhere in the world, viral diseases of corn in Canada are very rare, often only occurring on very late planted corn and in the warmer corn growing regions of southern Ontario. Two viruses more likely to occur are maize dwarf mosaic and wheat streak mosaic.

## 3.1 Maize Dwarf Mosaic

**Causal Organism:** Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV-A) and Sugar Cane Mosaic Virus (SCMV, formerly MDMV- B).

**Symptoms:** Symptoms of both viruses vary with time of infection, hybrid and viral strain. Light and dark green spots appear on young leaves giving a mottled or mosaic pattern (Fig. 23). These spots can develop into narrow, light-green or yellowish streaks along the veins (Fig. 24). Later in the season, plants may have streaks of red on the leaves (Fig. 25), especially after a cool night. Early-infected plants are stunted, have shorter internodes and are yellowish-green with poor seed set. Plants infected at the 10-12 leaf stage may have a 'cattle-tail' appearance in which the new leaves and/or tassels are covered by the old leaves. Plants infected after silking time may appear nearly normal.

**Occurrence:** In Canada, most reports of MDMV or SCMV are on late planted sweet and grain corn. Both viruses are transmitted by the feeding of over 20 species of aphids. These insect vectors



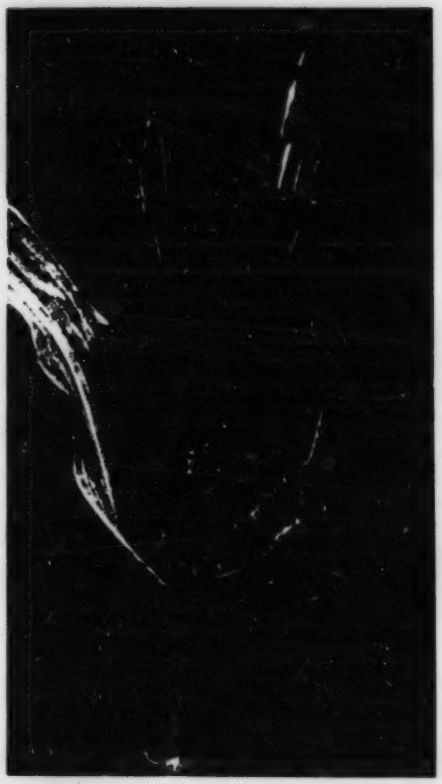


**Figure 23.** Typical mosaic symptom on a corn leaf infected with maize dwarf mosaic virus.

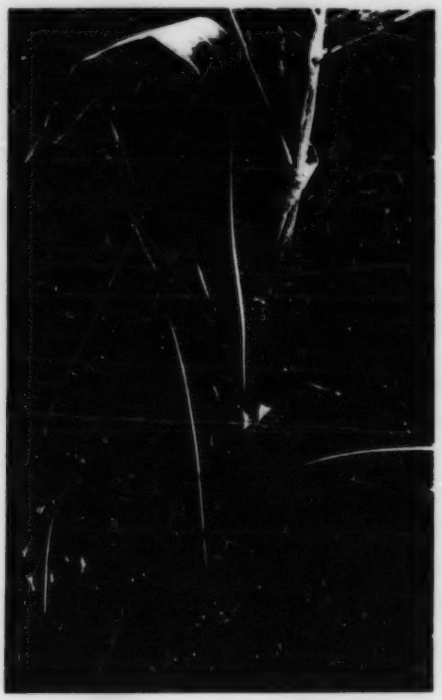


**Figure 24.** Yellowish coloured streaks due to infection of a corn leaf by sugarcane mosaic virus.



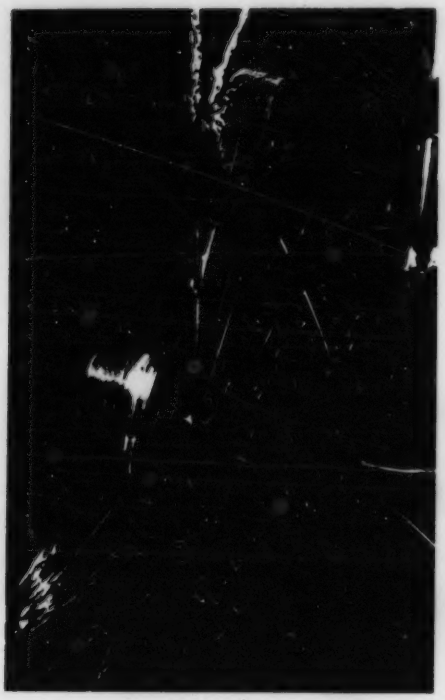


**Figure 25.** Advanced symptoms of maize dwarf mosaic in which the plants develop red streaks on the leaves later in the season. Caused by both maize dwarf mosaic virus and sugarcane mosaic virus.

are wind blown from the U.S. Both viruses can infect over 200 species of wild and cultivated grasses but Johnsongrass is the only important overwintering host in North America.

**Control:** Use resistant hybrids. Most sweet corn cultivars are susceptible. The control of aphids on young plants may delay infection of late seeded crops. Early planted corn may escape aphid infestation at the seedling stage.



## 3.2 Wheat Streak Mosaic

**Causal Organism:** Wheat Streak Mosaic Virus (WSMV).

**Symptoms:** This virus is vectored by the wheat curl mite (*Aceria tulipae*). Small, oval to elliptical yellowish spots and streaks form on young leaves. These streaks elongate and develop parallel to veins. Severely affected plants may be stunted and yellowed and form small ears with poor seed set. As the plant matures, the mites feed on the sides of the kernels; it is believed that this is the cause of kernel red streak which is characterised by brownish-red streaks appearing on the kernels.

**Occurrence:** This disease is only occasionally found in corn in Canada; however, it can be a serious disease in wheat. Grassy weeds may act as alternative hosts for the mites. It is believed that the mites overwinter on winter wheat and in the spring are blown from the developing winter wheat to corn, spring wheat and barley crops.

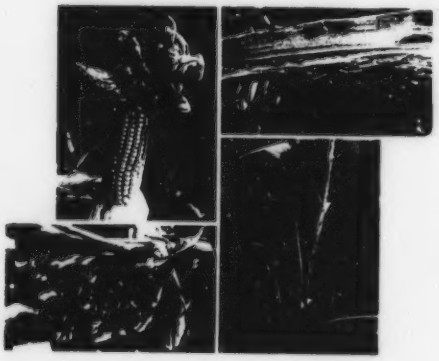
**Control:** Use resistant hybrids. Late planting of corn close to maturing wheat should be avoided since it will carry the vector between crops.

Agriculture et Agroalimentaire Canada | Agriculture and Agri-Food Canada

# Maladies Courantes du Maïs au Canada


**Centre de recherches de l'Est sur les créales et oléagineux**

Ferme expérimentale centrale
Ottawa, Ontario

Canada

# Maladies Courantes du Maïs au Canada

**Lana Reid et Xiaoyang Zhu**

**Centre de recherches de l'Est sur les céréales et oléagineux**
**Direction générale de la recherche**
**Agriculture et Agroalimentaire Canada**

Publication 2088/F 2001

©Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2001

Disponible auprès de :
Diffusion de l'information et Services de gestion des formules
Direction générale de la gestion intégrée
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Ottawa (Ontario) Canada K1A 0C5

Tel : (613) 759-6626, Fax : (613) 759-6726
Courrier-électronique : comeauu@em.agr.ca

Nº de catalogue A42-94/2001F
ISBN 0-662-86181-7
Impression 2001

Version électronique disponible à l'adresse :
http://res2.agr.ca/ecorc/section1/mais/maladies.htm

**Données de catalogage avant publication (Canada)**
Reid, Lana M., 1962-
Maladies courantes du maïs au Canada /
Lana Reid and Xiaoyang Zhu.–
(Publication ; 2088)

Publ. aussi en anglais sous le titre :
*Common diseases of corn in Canada*

Cat. no. A42-94/2001F
ISBN 0-662-86181-7

1. Maïs–maladies et fléaux–Canada. I. Zhu, Xiaoyang. II Centre de recherches de l'Est sur les céréales et oléagineux (Canada). III. Canada, Agriculture et Agroalimentaire Canada. IV. Titre. V. Collection : Publication (Canada. Agriculture et Agroalimentaire). Français ; 2088.

SB613.C2.D3 2000 633.1'593'0971 C2001982001-1



## Table des matières

**Préface** 4
**Remerciements** 5

**1.0 MALADIES BACTÉRIENNES** 6
1.1 Flétrissement bactérien 7
1.2 Tache bactérienne 11

**2.0 MALADIES FONGIQUES** 13
2.1 Fusariose de l'épi 14
2.2 Pourriture fusarienne de l'épi et du grain 17
2.3 Pourriture sèche de l'épi 20
2.4 Charbon commun 22
2.5 Charbon des inflorescences 27
2.6 Fusariose de la tige 32
2.7 Pourriture fusarienne de la tige 35
2.8 Pourriture sèche de la tige 37
2.9 Anthracnose, pourriture de la tige / brûlure des feuilles 39
2.10 Piétin brun 44
2.11 Dessèchement 46
2.12 Kabatiellose 51
2.13 Rouille 55
2.14 Mildiou 60

**3.0 MALADIES VIRALES** 61
3.1 Mosaïque nanisante du maïs 62
3.2 Mosaïque striée du blé 67

## Préface

Les maladies du maïs, qu'elles soient causées par des bactéries, des champignons ou des virus, diminuent les rendements et la qualité du grain partout au Canada. Certaines apparaissent chaque année sans toutefois causer trop de dommages, alors que d'autres ne surviennent que de temps à autre, mais entraînent des pertes importantes de rendement et de qualité, lorsque les conditions météorologiques leur sont propices.

La présente publication vise à aider les chercheurs et les producteurs à identifier les maladies susceptibles d'envahir les champs de maïs au Canada. Elle inclut des recommandations générales sur la façon de combattre ces maladies, mais les décisions en la matière ne devraient être prises qu'après avoir consulté les professionnels des services de vulgarisation agricole.



## Remerciements

Nous apprécions l'apport technique que nous a fourni Tsegaye Woldemarian en procédant à la collecte et à l'identification des agents pathogènes et à la photographie des plantes affectées. Nous sommes reconnaissants envers Daniel Presello, qui nous a aidés à identifier les virus du maïs, et envers tous les membres de l'équipe du maïs du Centre de recherches de l'Est sur les céréales et oléagineux, à Ottawa. Les révisions et les conseils de rédaction de Allen Xue, Keith Seifert et André Levesque sont très appréciées. Nous exprimons nos remerciements à Judy McCarthy et à ses collègues pour le savoir-faire appliqué à la présentation graphique de ce livret.

Le texte est fondé sur la recherche partiellement financée par l'Association des producteurs de maïs en Ontario dans le cadre du Programme de partage des frais pour l'investissement d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Vous pourrez aussi télécharger le texte et les photos en couleurs à partir du site Internet du Centre de recherches de l'Est sur les céréales et oléagineux à
http://res2.agr.ca/ecorc/section1/mais/maladies.htm

# MALADIES BACTÉRIENNES

Les bactéries phytopathogènes sont des organismes unicellulaires. Dans des conditions favorables, leurs populations peuvent doubler en quelques heures. Les bactéries sont propagées par des vecteurs animaux ou des insectes, ainsi que par la pluie, le vent et les machines agricoles. Il peut s'avérer difficile d'identifier les bactéries phytopathogènes. Les symptômes d'une maladie bactérienne présumée doivent être confirmés par un laboratoire qui identifiera la bactérie en cause; cependant, l'un des signes les plus courants est l'apparition d'une exsudation coulant des tissus végétaux infectés. On ne trouve que deux maladies bactériennes courantes dans certaines parties du Canada; il s'agit du flétrissement bactérien (*Erwinia stewartii*) et de la tache bactérienne (*Pseudomonas syringae*).



## 1.1 Flétrissement bactérien
**(flétrissement de Stewart, bactériose)**

**Agent causal :** *Erwinia stewartii* (Smith) Dye (*Pantoea stewartii* Mergaert et coll.).

**Symptômes :** Les symptômes apparaissent peu après la formation de la panicule et consistent en de longues stries vertes ou jaunes pâles ou chamois et à bords ondulés, qui suivent généralement les nervures de la feuille (Fig. 1). Les cicatrices laissées par les altises qui se nourrissent de la plante sont parfois repérables sous forme de rayures arquées apparaissant sur la feuille à la base de la strie. Ces stries se dessèchent rapidement et brunissent. En cas d'infection grave, des feuilles entières meurent et sèchent. Si la bactérie pénètre dans la tige, la panicule blanchit et peut mourir, pendant que la pourriture de la tige entraîne un flétrissement général de la plante. Les plantes infectées sont également prédisposées aux pourridiés de la tige causés par des champignons. Les tiges infectées peuvent exsuder des gouttelettes d'un liquide jaune pâle. Les plants infectés précocement, en particulier ceux du maïs sucré, sont trapus, produisent de petits épis ou sont stériles (Fig. 2), ou meurent avant la formation de la panicule.

**Fréquence :** Plus grave dans le sud de l'Ontario, en particulier après un hiver doux suivi d'un été chaud (au-dessus de 30°C), la maladie n'apparaît que sporadiquement dans le reste de l'Ontario et au Québec. L'altise du maïs (*Chaetocnema pulicaria*) est le vecteur de cette bactérie qui passe l'hiver dans le tube digestif du

**Figure 1.** Les lésions foliaires causées par le flétrissement bactérien apparaissent sous la forme de stries longues et pâles à bords ondulés. Ces lésions sont vertes et/ou jaunes ou chamois et suivent habituellement les nervures de la feuille.

**Figure 2.** Plant de maïs sucré gravement atteint du flétrissement bactérien et montrant des signes de rabougrissement, de dessèchement foliaire et de tallage excessif.

ravageur adulte, de sorte que les épidémies dépendent du taux de survie des altises en hiver. Au printemps, les altises se nourrissent des plantes et les infectent. Le flétrissement bactérien est également une maladie séminicole, mais la transmission par les semences est rare.

**Lutte :** Il faut utiliser des hybrides résistants, en particulier dans les régions où les hivers doux favorisent la survie des altises. Le maïs denté est beaucoup moins sensible que le maïs sucré. L'éradication des mauvaises herbes, en particulier des graminées, facilite l'élimination des hôtes intermédiaires des altises. Les producteurs peuvent appliquer des insecticides pour réduire les populations d'altises, mais cette solution n'est pas économique sauf dans les champs de maïs sucré. Une forte teneur en azote et en phosphore accentue l'incidence et la gravité de la maladie. Par contre, des concentrations élevées en calcium et en potassium les atténuent.



## 1.2 Tache bactérienne

**Agent causal :** *Pseudomonas syringae pv. syringae* van Hall (syn. *P. holci* Kendrick).

**Symptômes :** Les premiers symptômes apparaissent sur les feuilles sous la forme de petites taches vert foncé, rondes à elliptiques (moins de 10 mm de diamètre). Ces taches semblent d'abord imprégnées d'eau, mais sèchent éventuellement et prennent une couleur blanc crème ou chamois et leur pourtour est brun ou rougeâtre; certaines sont entourées d'une auréole jaunâtre (Fig. 3).

**Fréquence :** La maladie n'apparaît qu'occasionnellement au Canada et est rarement grave. Si les plantes sont au stade végétatif (avant la floraison), les symptômes se manifestent souvent quelques jours après un orage. Du temps pluvieux et venteux et des températures élevées (25-30°C) favorisent l'apparition de la maladie, en particulier au début de la saison. Les bactéries sont propulsées sur les feuilles et pénètrent par des ouvertures appelées stomates à la surface des feuilles ou par des lésions causées par la grêle, le vent ou le sol balayé par le vent.

**Lutte :** On sait peu de chose sur le degré de résistance des hybrides commerciaux. La bactérie survit dans les débris de maïs et peut envahir plusieurs hôtes intermédiaires, notamment les mauvaises herbes, de sorte que la rotation des cultures et la lutte contre les mauvaises herbes s'avèrent importantes.

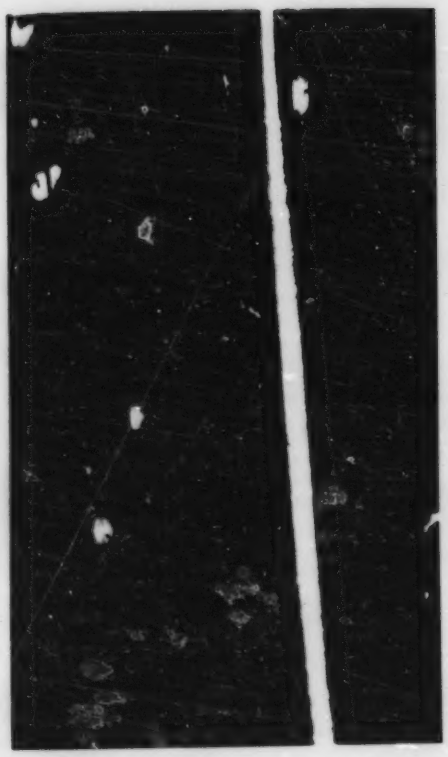


**Figure 3.** Lésions foliaires typiques de la tache bactérienne; taches blanc crème ou chamois à pourtour brun ou rougeâtre auréolé de jaune.



2.0

## MALADIES FONGIQUES

Au Canada, la plupart des maladies du maïs sont causées par des champignons. Le corps de la plupart des champignons phytopathogènes consiste en une masse filamenteuse composée de nombreux hyphes constituant le mycélium (souvent appelé moisissure). Diverses autres structures peuvent également être formées, allant de cellules simples, comme les spores, à de grands carpophores ou organes de fructification qui produisent les spores. Le stade de reproduction asexuée est habituellement associé au mycélium, alors que le stade de reproduction sexuée est généralement lié aux carpophores. Les spores, qui peuvent être produites durant les deux stades, constituent le principal mécanisme de reproduction des champignons.

L'identification des champignons repose souvent sur la taille et la forme des spores, ainsi que sur certains caractères du mycélium et des organes de fructification. Les champignons peuvent s'attaquer à toutes les parties du plant de maïs. Certains demeurent localisés dans les tissus infectés initialement, p. ex. l'épi, alors que d'autres sont systémiques et peuvent infecter toute la plante.

## 2.1 Fusariose de l'épi
**(pourriture rose, pourriture rouge)**

**Agent causal :** *Fusarium graminearum* Schwabe [stade sexué : *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch].

**Symptômes :** Les symptômes typiques de la fusariose de l'épi sont des moisissures variant de roses à rougeâtres, qui apparaissent souvent initialement à l'extrémité de l'épi ou à partir d'une lésion causée par un insecte, puis descendent le long de l'épi (Fig. 4). Les rafles deviennent passablement spongieuses, et les spathes blanchissent et adhèrent fermement aux grains. Par la suite, une moisissure poudreuse, duveteuse et rose se forme. On peut aussi observer la présence de périthèces noirs (organes de fructification fongique qui produisent les spores sexuées) sur les spathes.

**Fréquence :** Il s'agit là de l'un des agents phytopathogènes parmi les plus importants économiquement au Canada. Le champignon survit dans le sol et les résidus de culture; les spores, produites par temps humide, sont dispersées par le vent, la pluie, les insectes ou les oiseaux. L'infection se propage par les soies ou les lésions causées par les oiseaux ou les insectes. Les soies sont très sensibles deux à six jours après leur apparition; de leur côté, les grains sont sensibles jusqu'à leur maturité physiologique. Les épis infectés sont contaminés par des mycotoxines comme le désoxynivalénol (DON, vomitoxine) et la zéaralénone, qui sont extrêmement toxiques pour les bestiaux, en

**Figure 4.** Croissance typique de moisissures sur un épi de maïs atteint de fusariose. Les moisissures sont habituellement roses à rougeâtres et commencent souvent à l'extrémité de l'épi, puis se propagent vers le bas ou à partir de lésions causées par des insectes et/ou des oiseaux.

particulier les porcs, et également pour les humains. La fusariose de l'épi se développe bien par temps froid et humide peu après la floraison femelle, c'est-à-dire l'apparition des soies.

**Lutte :** Il est préférable d'utiliser des hybrides résistants s'il en existe. Puisque ce champignon est également responsable de la fusariose de l'épi chez le blé, il ne faut pas utiliser le maïs en rotation avec le blé ou d'autres céréales sensibles à la fusariose, en cas de présence de cette maladie. Les hybrides possédant des spathes serrées et des épis dressés semblent moins sensibles à l'infection. La rotation des cultures et le travail du sol l'automne réduiront la présence des débris culturaux et, par conséquent, le degré d'infection au cours de la campagne subséquente. La lutte contre les insectes atténuera les symptômes, en particulier si l'on utilise des hybrides intégrant les propriétés de Bt. Les champs doivent être surveillés dès que le maïs devient denté. Si l'on observe des moisissures, les champs doivent être récoltés le plus tôt possible pour empêcher la maladie de se propager. Il faut régler les moissonneuses de manière à éliminer les grains moisis et légers et réduire ainsi l'endommagement des autres grains et une plus ample croissance subséquente des moisissures pendant l'entreposage. Il faut faire sécher le maïs moisi immédiatement et rapidement. Il faut également analyser les teneurs en mycotoxines des grains avant de s'en servir pour nourrir les animaux.



### 2.2 Pourriture fusarienne de l'épi et du grain

**Agents causals :** Il existe trois espèces principales responsables de la pourriture fusarienne de l'épi et du grain : *Fusarium verticilliodes* [= *Fusarium moniliforme* J. Sheld. (stade sexué : *Gibberella moniliformis* Wineland)]; *F. proliferatum* (T. Matsushima) Nirenberg (stade sexué : *G. fujikuroi* var. *intermedia* Kuhlmann); *F. subglutinans* (Wollenweb et Reinking) Nelson, Toussoun et Marasas (stade sexué : *G. subglutinans* Nelson, Toussoun et Marasas).

**Symptômes :** Le symptôme typique de la pourriture fusarienne de l'épi ou du grain est l'apparition de moisissures blanchâtres à roses, commençant fréquemment à la base ou à l'extrémité de l'épi, souvent à partir d'une lésion causée par un insecte. Les grains infectés par *Fusarium verticilliodes* sont en général répartis aléatoirement sur l'épi (Fig. 5), contrairement à d'autres types de pourritures qui se propagent à partir d'un point d'entrée initial. Les grains infectés peuvent également montrer des symptômes en étoile c'est-à-dire que des stries blanches irradient du point d'attache de la soie au grain. Les spathes blanchissent et adhèrent fermement aux grains. On peut aussi observer la présence de périthèces noirs (organismes de fructification qui produisent les spores sexuées) sur les spathes.

**Fréquence :** La m aladie est plus fréquente dans les régions chaudes et sèches du Canada, comme le sud de l'Ontario. Les agents pathogènes survivent dans le sol et les résidus de culture; les

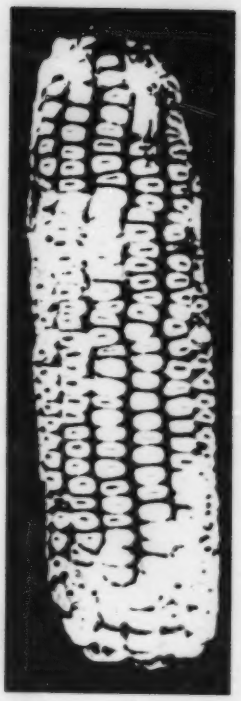


**Figure 5.** Moisissure mouchetée caractéristique de la pourriture fusarienne du grain causée par *Fusarium verticilliodes*. La moisissure est habituellement blanche et distribuée aléatoirement sur l'épi.



spores sont produites par temps humide et sont dispersées par le vent, la pluie, ainsi que les insectes ou les oiseaux. L'infection se développe à partir des soies ou des lésions causées par les oiseaux et/ou les insectes. Il semble également que *F. verticilliodes* puisse envahir l'épi par infection systémique à partir de la tige. Les épis infectés peuvent contenir des mycotoxines, comme les fumonisines qui sont extrêmement toxiques pour les bestiaux, en particulier les chevaux, et également pour les humains.

**Lutte :** Il faut utiliser des hybrides résistants s'il en existe. Les hybrides possédant des spathes serrées et des épis dressés sont moins sensibles à l'infection. La rotation des cultures et le travail du sol l'automne sont cruciaux pour réduire les débris végétaux et, par conséquent, la présence de la maladie pendant la saison subséquente. De plus, l'éradication des insectes ou l'utilisation d'hybrides intégrant les propriétés de Bt atténueront les symptômes. Les champs doivent être surveillés dès que le maïs devient denté. En présence de moisissures, les champs doivent être récoltés le plus tôt possible pour prévenir l'aggravation de la maladie. Il faut régler les moissonneuses de manière à éliminer les grains moisis et légers et réduire ainsi l'endommagement des autres grains, qui pourrait entraîner une plus ample croissance des moisissures pendant l'entreposage. Il faut faire sécher immédiatement et rapidement le maïs moisi. Il faut également faire analyser le grain pour déterminer la présence de mycotoxines, avant de se servir du maïs pour nourrir les bestiaux.

### 2.3 Pourriture sèche de l'épi

**Agent causal :** *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. [= *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton].

**Symptômes :** Les spathes infectées par *Diplodia* se dessèchent et blanchissent, mais le reste de la plante demeure vert. Éventuellement, les spathes et les grains se couvrent d'une moisissure blanche à brun grisâtre. Les grains semblent coller aux spathes et à la rafle par un mycélium blanc. Les épis infectés sont légers et ratatinés. Les pycnides noires (organes de fructification renfermant les spores asexuées et ressemblant à de petites bosses noires soulevées) se formeront sur les spathes et sur les grains vers la fin de la saison, ce qui est caractéristique de la pourriture sèche. Si l'infection survient plusieurs semaines après la floraison, les symptômes sont beaucoup moins apparents, mais un examen approfondi de l'épi révélera un mycélium blanc entre les grains. Les symptômes sont plus graves si l'infection survient juste après l'apparition des soies.

**Fréquence :** La pourriture sèche n'est pas aussi courante que la pourriture de l'épi due à *Gibberella* ou à *Fusarium*. *Diplodia maydis* hiverne sur les débris de maïs, de sorte que son incidence s'accroît, étant donné que les producteurs adoptent de plus en plus des pratiques de conservation du sol. La maladie s'aggrave le plus quand on cultive du maïs en rotation avec du maïs, en particulier si le temps est humide après l'apparition des soies. Les pycnides sur les débris produisent des spores qui



sont propulsées sur les soies et se propagent de celles-ci à l'épi. Le champignon peut également pénétrer dans les spathes, en particulier à la base de l'épi. Les oiseaux et les insectes s'avèrent aussi des vecteurs de la maladie en causant, sur l'épi, des lésions par lesquelles pénétrera le champignon. L'infection bénéficie du temps frais et humide pendant le stade du remplissage du grain. Ce champignon ne semble pas produire de mycotoxines.

**Lutte :** Il vaut mieux utiliser des hybrides résistants. Les hybrides possédant des spathes serrées et des épis dressés semblent moins sensibles à l'infection. La rotation des cultures et le travail du sol l'automne sont critiques pour réduire les débris végétaux et, ainsi, le taux d'attaque de la maladie pendant la saison de croissance subséquente. Les champs doivent être surveillés dès que le maïs commence à produire des grains dentés; en présence de moisissures, les champs doivent être récoltés le plus rapidement possible pour prévenir la propagation de la maladie. Il faut également régler les moissonneuses de manière à éliminer les grains moisis et légers et à réduire ainsi l'endommagement des autres grains et une plus ample croissance subséquente des moisissures pendant l'entreposage. Il faut faire sécher immédiatement et rapidement le maïs moisi.

## 2.4 Charbon commun (charbon du maïs, charbon des feuilles)

**Agent causal :** *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger [ = *U. maydis* (DC.) Corda].

**Symptômes :** On observe des symptômes sur toutes les parties aériennes de la plante, en particulier sur les tissus jeunes en plein développement. De grandes tumeurs de 2 à 10 cm (masses gonflées et distendues) se forment sur les tiges (Fig. 6), les panicules et les épis (Fig. 7). Ces tumeurs se couvrent d'abord d'une membrane blanc argenté qui évolue en une masse grise contenant des spores sous forme de poussière noire. Lorsque ces tumeurs parviennent à maturité, elles éclatent et libèrent les spores noires. Des tumeurs peuvent également se former sur les feuilles, où elles sont généralement petites, brunes et dures (Fig. 8). Si l'infection se manifeste tôt, elle peut entraîner la mort des jeunes plants. Les plants dont les tiges inférieures portent de grandes tumeurs sont rabougris et stériles ou produisent de petits épis. La maladie se propage sur les épis à partir des spores germant sur les soies, ainsi que du mycélium qui se répand des soies jusqu'aux grains.

**Fréquence :** On trouve le charbon commun dans la plupart des régions productrices de maïs au Canada. Les téliospores noires de l'agent pathogène passent l'hiver dans le sol ou les débris culturaux et peuvent survivre plusieurs années. Les premiers foyers d'infection sont dus à des spores transportées par le vent ou l'eau au

**Figure 6.** Tumeurs du charbon commun sur les noeuds de la tige de maïs. Ces tumeurs éclateront éventuellement, révélant des masses de spores noires.

**Figure 7.** Épi de maïs gravement atteint du charbon commun. Les tumeurs éclateront éventuellement, révélant des masses de spores noires.

**Figure 8.** Tumeurs du charbon commun sur les feuilles et les gaines de maïs. Ces tumeurs sont beaucoup plus petites que celles qui se forment sur les tiges et les épis et libèrent rarement des spores.

printemps. Les plants peuvent s'infecter les uns les autres, lorsque les masses sporifères expulsent leur contenu. L'infection peut survenir par des tissus intacts, mais les lésions causées par les insectes, l'écimage, la culture, la grêle ou le sol balayé par le vent ouvrent toute grande la porte au champignon. L'agent pathogène préfère les températures élevées (26-34°C). Les spécialistes ne s'entendent pas pour déterminer si le charbon préfère l'humidité ou la sécheresse. Pendant la récolte à la moissonneuse, les spores sont disséminées localement par le vent. Elles peuvent aussi se propager d'un champ à l'autre lors du passage de machines agricoles contaminées. Dans certaines parties du Mexique, les tumeurs qui se forment sur les épis de maïs sucré sont considérées comme un mets délicat appelé *huitlacoche* ou champignon de maïs.

**Lutte :** Il faut utiliser des hybrides résistants et éviter de blesser mécaniquement les plants. La destruction des plants infectés s'avère utile lorsqu'elle est praticable. La rotation des cultures atténuera la gravité de la maladie au cours de la saison subséquente. Il faut également maintenir l'équilibre de la fertilité du sol, car de fortes teneurs en azote et l'épandage de fumier stimuleront une vigoureuse croissance des plantes, mais rendront celles-ci plus sensibles. L'épandage de phosphate tend à diminuer l'incidence. Les dommages causés par les herbicides favoriseront également la maladie.



## 2.5 Charbon des inflorescences

**Agent causal :** *Sporisorium holci-sorghi* [= *Sphacelotheca reiliana* (Kuhn) G.P. Clinton].

**Symptômes :** Les premiers symptômes apparaissent au moment de la formation des épis et des panicules. Les épis infectés sont plus petits et arrondis, ont moins de soies et portent des tumeurs d'abord couvertes d'une mince couche de tissus, dont la rupture expose des masses sporifères noires et les restes filamenteux de la plante (Fig. 9). Des proliférations semblables à des feuilles peuvent se développer sur les panicules et les épis. Les panicules peuvent se transformer entièrement en une masse ramifiée d'aspect fuligineux ressemblant à une « brosse métallique » (Fig. 10). Les épis peuvent avorter et être remplacés par une prolifération de tissus d'aspect foliaire. Les plants deviennent très rabougris. Des tumeurs peuvent parfois se former en longues bandes étroites sur les feuilles, mais les feuilles et les tiges montrent rarement des symptômes.

**Fréquence :** Il s'agit d'une maladie systémique (Fig. 11) qui apparaît sur certaines fermes au Canada. Les téliospores noires du champignon hivernent dans le sol, puis infectent le point végétatif des jeunes plantules qui tentent d'émerger. Le champignon croît alors à l'intérieur (systémiquement) de l'épi et de la panicule. La maladie est plus fréquente pendant les saisons sèches, quand les températures atteignent de 21 à 28°C. Les spores peuvent survivre jusqu'à dix ans dans le sol. Elles

**Figure 9.** Épi de maïs infecté par le charbon des inflorescences : stade tardif de l'infection, quand tout ce qui reste de l'épi est une masse sèche de spores, entourée de restes fibreux de tissus.

**Figure 10.** Panicules de maïs infectées par le charbon des inflorescences, qui se manifeste sous forme de « brosse métallique ».

**Figure 11.** Infection systémique d'un plant de maïs par le charbon des inflorescences. Tous les épis sont infectés.



peuvent également infiltrer les semences et se propager aussi dans les aliments pour bestiaux et le fumier contaminés, car les animaux peuvent ingérer les spores sans en être incommodés. En outre, le vent peut les disséminer localement durant la récolte à la moissonneuse. Les spores peuvent également se répandre d'un champ à l'autre au moment du passage de l'équipement agricole contaminé.

**Lutte :** Il faut utiliser des hybrides résistants. Les hybrides dont les plantules se développent plus rapidement peuvent échapper à l'infection. Il faut opter pour la rotation des cultures et éviter de planter du maïs pendant plusieurs années dans les champs contaminés. Il faut prévenir la dissémination des spores dans les semences, les aliments pour bestiaux, le fumier et l'équipement agricole. Les fongicides peuvent s'avérer utiles dans les champs de maïs sucré. Il est préférable de maintenir un équilibre des teneurs en azote, parce que la maladie est plus fréquente dans les sols pauvres en cet élément.

## 2.6 Fusariose de la tige

**Agent causal :** *Fusarium graminearum* Schwabe [stade sexué : *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch].

**Symptômes :** Les plants infectés par la fusariose de la tige flétrissent et leurs feuilles passent d'un vert clair à un vert terne, alors que les tiges inférieures se dessèchent et que le tissu de la moelle se désintègre et devient filamenteux (Fig. 12). Les symptômes distinctifs de la fusariose de l'épi comprennent une décoloration de chamois à brun foncé des entre-noeuds inférieurs et une décoloration de rose à rougeâtre du tissu de la moelle. Des périthèces noir bleuté (organes de fructification libérant les spores sexuées) ou des spores asexuées blanc rougeâtre se forment à la surface de la tige. Si l'infection est grave, les plants seront prédisposés à la verse.

**Fréquence :** Ce champignon est responsable de l'une des pourritures de la tige parmi les plus dommageables au Canada. L'agent pathogène survit dans le sol et dans les résidus de culture; les spores sont produites par temps humide et sont dispersées par le vent, la pluie, les insectes ou les oiseaux. L'infection se développe par les racines ou par les lésions sur la tige, souvent peu de temps après la pollinisation. Comme pour la plupart des pourritures de la tige, la fréquence est fortement liée au stress causé pendant le stade du remplissage du grain par tous facteurs susceptibles de réduire la photosynthèse et la production de glucides (maladies foliaires, sécheresse ou saturation du sol, dommages

**Figure 12.** Fusariose de la tige. Les entre-noeuds inférieurs de la tige virent au chamois ou au brun foncé, et la moelle devient filamenteuse et se colore d'un rouge ou d'un rose caractéristique.

causés par les insectes ou la grêle, manque d'ensoleillement, temps froid, etc.). De nombreuses infections associées à la pourriture de la tige peuvent remonter à des lésions causées sur cette structure par des insectes térébrants comme la pyrale du maïs.

**Lutte :** Il faut planter des hybrides résistants, labourer de manière à éliminer les débris culturaux, recourir à la rotation des cultures, éviter les peuplements de maïs denses et équilibrer la fertilité du sol pour combattre la maladie. Comme le champignon est également responsable de la fusariose de l'épi chez le blé, il ne faut pas cultiver le maïs en rotation avec le blé ou d'autres céréales sensibles à la fusariose, si on a dépisté cette maladie dans le champ. La lutte contre les insectes térébrants de la tige s'avère également utile. Il faut surveiller les champs 40 à 60 jours après la pollinisation, en tentant de repérer les symptômes et en pinçant les tiges. Si elles sont infectées, les tiges vont aisément se comprimer ou s'écraser. Il faut récolter les champs le plus tôt possible, quand plus de 10 à 15 p. 100 des tiges sont pourries, car celles-ci verseront, ce qui rendra la récolte difficile.



## 2.7 Pourriture fusarienne de la tige

**Agents causals :** Trois espèces principales sont responsables de la pourriture fusarienne de la tige : *Fusarium verticilliodes* [= *Fusarium moniliforme* J. Sheld. (stade sexué : *Gibberella moniliformis* Wineland]; *F. proliferatum* (T. Matsushima) Nirenberg (stade sexué : *G. fujikuroi* var. *intermedia* Kuhlmann); *F. subglutinans* (Wollenweb. et Reinking) Nelson, Toussoun et Marasas (stade sexué : *G. subglutinans* Nelson, Toussoun et Marasas).

**Symptômes :** Les symptômes de la pourriture fusarienne de la tige diffèrent peu de ceux de la fusariose de la tige. Les plants flétrissent, les feuilles passent d'un vert clair à un vert terne, les tiges inférieures se dessèchent et le tissu de la moelle se désintègre et prend une apparence filamenteuse. Des stries brunes apparaissent sur les entre-noeuds inférieurs, et le tissu pourri de la moelle prend une couleur variant de rose blanchâtre à saumon, alors qu'il tourne à un rose rouge distinct en cas d'infection par la fusariose de la tige. Les plants infectés auront tendance à la verse. Les symptômes apparaissent habituellement tard dans la saison.

**Fréquence :** Cette maladie est plus importante dans les régions chaudes et sèches du Canada, comme le sud de l'Ontario. Les agents pathogènes survivent dans le sol et dans les résidus de culture. Les spores sont dispersées par le vent, la pluie, les insectes et les oiseaux. Ce champignon peut également être présent dans les semences et/ou les plants sans toutefois

manifester de symptômes. L'infection peut se propager par les racines ou par les lésions sur les feuilles ou la tige. Comme la plupart des pourritures de la tige, la fréquence de la maladie est fortement liée au stress causé durant le stade du remplissage du grain par tous facteurs susceptibles de réduire la photosynthèse et la production de glucides (maladies foliaires, sécheresse ou saturation du sol, dommages causés par les insectes et la grêle, manque d'ensoleillement, temps froid, etc.). De nombreuses pourritures de la tige peuvent remonter à des lésions causées par des insectes térébrants, comme la pyrale du maïs.

**Lutte :** Les mesures phytosanitaires comprennent notamment la plantation d'hybrides résistants, des labours éliminant les débris culturaux, la rotation des cultures, l'évitement des peuplements denses et l'équilibre de la fertilité du sol. La lutte contre les insectes térébrants de la tige s'avère utile. Il faut parcourir les champs 40 à 60 jours après la pollinisation pour dépister les symptômes et pincer les tiges. Lorsqu'on les pince, les tiges infectées se compriment aisément ou s'écrasent. Il faut récolter les champs le plus tôt possible, quand plus de 10 à 15 p. 100 des tiges sont pourries, parce que celles-ci auront une propension à la verse, ce qui rendra la récolte difficile.



## 2.8 Pourriture sèche de la tige

**Agent causal :** *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. [= *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton].

**Symptômes :** Comme pour la plupart des pourritures de la tige, les symptômes de la pourriture sèche de la tige incluent la désintégration des tissus, d'une part, de la moelle qui prend alors une apparence filamenteuse et, d'autre part, des tiges qui se compriment ou s'écrasent aisément au pincement. La pourriture sèche de la tige se caractérise par la présence d'un grand nombre de pycnides noires (organes de fructification en forme de fioles, qui produisent des spores asexuées) qui apparaissent sous forme de petites taches de la grosseur d'une tête d'épingle sur les entre-noeuds inférieurs. Si le temps est humide, une moisissure blanche apparaît à la surface de la tige.

**Fréquence :** Ce champignon hiverne sous forme de spores dans les débris de maïs et sous forme de pycnides ou de mycélium dans les semences. L'incidence de la pourriture sèche de la tige augmente dans les régions où l'on réduit au minimum le travail du sol, en particulier quand on cultive le maïs après du maïs dans une rotation. Par temps humide, les pycnides produisent des spores que dispersent la pluie et le vent. Ces spores infectent la plante par les collets, les racines et les noeuds inférieurs. Les insectes peuvent également propager les spores d'un plant à l'autre et favorisent la pénétration du champignon à cause des lésions qu'ils font en se nourrissant de la plante. Le temps sec au

début de la période végétative, suivi de temps humide après l'apparition des soies, favorise le développement de la maladie. Comme pour la plupart des pourritures de la tige, la fréquence est fortement liée au stress causé durant le stade du remplissage du grain par tous les facteurs susceptibles de réduire la photosynthèse et la production de glucides (maladies foliaires, sécheresse ou saturation du sol, dommages causés par les insectes ou la grêle, manque d'ensoleillement, temps froid, etc.).

**Lutte :** Les mesures phytosanitaires comprennent notamment l'utilisation d'hybrides résistants, des labours éliminant les débris végétaux, la rotation des cultures et l'équilibre de la fertilité du sol. Il faut parcourir les champs 40 à 60 jours après la pollinisation pour déceler les symptômes et pincer les tiges. Les tiges pincées se compriment aisément ou s'écrasent. Les champs doivent être récoltés le plus tôt possible, quand plus de 10 à 15 p. 100 des tiges sont pourries, car celles-ci verseront, ce qui rendra la récolte difficile.



### 2.9 Anthracnose, pourriture de la tige / brûlure des feuilles

**Agent causal :** *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils. (stade sexué : *Glomerella graminicola* Politis).

**Symptômes :** Cette pourriture de la tige se caractérise par un noircissement distinctif des tiges à la suite de l'apparition de stries noires sur la partie inférieure de la tige à la fin de la période végétative. La moelle devient brun foncé et filamenteuse (Fig. 13). De nombreux organes de fructification asexués noirs et épineux (acervules) se forment à la surface des tissus morts. Comme pour la plupart des pourritures de la tige, le symptôme le plus évident est la mort soudaine des plantes avant la maturation du grain. Comme les feuilles se flétrissent et meurent, la plante semble « gelée ». Un autre symptôme courant est la verse. Si les plantules sont infectées, les plantes mourront peut-être avant la floraison. Par dépérissement des parties supérieures, on entend l'apparition des symptômes après le stade pâteux au cours duquel les noeuds supérieurs, les feuilles et les panicules se dessèchent, mais les feuilles inférieures demeurent vertes et normales (Fig. 14). Ce même champignon peut aussi causer la brûlure des feuilles, mais cette forme est rare au Canada. Les symptômes de la brûlure des feuilles incluent des lésions ovales ou fusiformes, chamois ou brunes, à pourtour brun ou pourpre. Les acervules se développent sur les tissus foliaires morts.

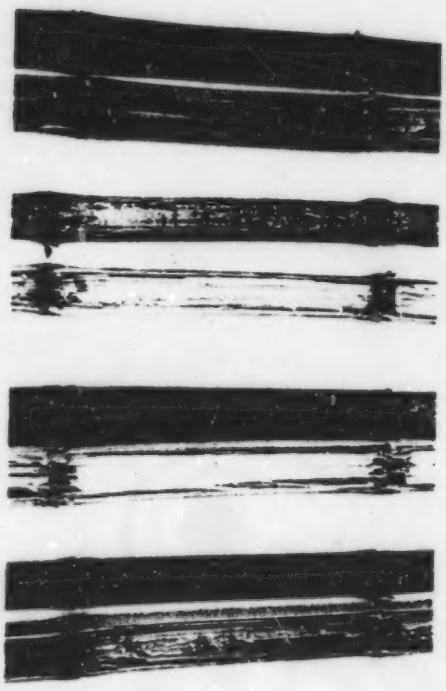


**Figure 13.** Anthracnose du maïs. Des stries noires apparaissent sur les entre-noeuds inférieurs, et la moelle devient filamenteuse et brun foncé.

**Figure 14.** Anthracnose du maïs. Les noeuds supérieurs de la tige, les feuilles et les panicules se dessèchent, mais les feuilles inférieures et le bas de la tige demeurent verts.

**Fréquence :** Cette maladie prend de plus en plus d'importance au Canada. Le champignon survit sur les débris de maïs, les semences infectées et certaines mauvaises herbes. Dans le cas de la pourriture de la tige, le champignon se propage dans la plante par les racines ou à la suite d'une pluie sur les tiges. Les spores provoquent également l'infection en pénétrant par les lésions sur la tige ou les feuilles. Les insectes peuvent également introduire les spores dans les lésions. Comme pour la plupart des pourritures de la tige, la fréquence est fortement liée au stress causé pendant le stade du remplissage du grain par tous les facteurs susceptibles de réduire la photosynthèse et la production de glucides (maladies foliaires, sécheresse ou saturation du sol, dommages causés par les insectes ou la grêle, manque d'ensoleillement, temps frais, etc.). De nombreuses pourritures de la tige peuvent remonter à l'apparition de lésions dues à des insectes térébrants comme la pyrale du maïs.

**Lutte :** On conseille d'utiliser des hybrides résistants. Toutefois, un même hybride peut ne pas résister simultanément aux deux formes de la maladie soit à la pourriture de la tige et à la brûlure des feuilles. Des labours éliminant les débris de culture réduiront aussi la présence de l'inoculum. La rotation des cultures est essentielle, en particulier dans les régions où l'on pratique le travail réduit du sol. Il est également important d'équilibrer la fertilité du sol pour combattre la maladie. La lutte contre la pyrale du maïs préviendra l'introduction de



l'agent pathogène par les lésions aux sites où se nourrit l'insecte. Il faut inspecter les champs 40 à 60 jours après la pollinisation pour y déceler les symptômes et pincer les tiges. Les tiges infectées se compriment aisément ou s'écrasent au pincement. Il faut récolter les champs le plus tôt possible, quand plus de 10 à 15 p. 100 des tiges sont pourries, puisque celles-ci versent facilement, ce qui rend la récolte difficile.

## 2.10 Piétin brun

**Agent causal :** *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. (= *P. butleri* L. Subramanian) et autres espèces de *Pythium*.

**Symptômes :** Un symptôme typique se manifestant avant la floraison est la pourriture du premier entre-noeud au-dessus du sol. Les tiges infectées dégagent une forte odeur. Les entre-noeuds endommagés se tordent et la plante s'affaisse, mais peut demeurer verte pendant plusieurs semaines. Après le stade laiteux, les racines et plusieurs entre-noeuds inférieurs s'imprègnent d'eau et pourrissent, provoquant la mort prématurée de la plante.

**Fréquence :** La maladie peut survenir n'importe quand pendant la période végétative, en particulier par temps chaud et humide. Le champignon hiverne dans le sol et les débris végétaux sous forme d'oospores qui germent et produisent un mycélium ou des zoospores, qui infectent tous les deux à leur tour les plants de maïs.

**Lutte :** Il est recommandé d'utiliser des hybrides résistants. Les facteurs de stress, comme une fertilisation déséquilibrée, un surpeuplement, l'utilisation d'hybrides non adaptés, les insectes, les mauvaises herbes, un piètre drainage et les maladies foliaires, peuvent rendre le maïs plus sensible. Il faut parcourir les champs 40 à 60 jours après la pollinisation pour repérer les symptômes et pincer les tiges. Les tiges infectées se compriment facilement ou s'écrasent, quand on les pince. Il faut récolter les champs le plus tôt possible, quand plus de 10 à 15 p. 100 des tiges sont pourries, car celles-ci ont tendance à la verse, ce qui rend la récolte difficile.

## 2.11 Dessèchement (pourriture du collet)

**Agent causal :** *Setosphaeria turcica* (Luttrell) K.J. Leonard et E.G. Suggs [stade asexué : *Exserohilum turcicum* (Pass.) K.J. Leonard et E.G. Suggs = *Helminthosporium turcicum* Pass.].

**Symptômes :** Les symptômes consistent en l'apparition de lésions longues, elliptiques, vert grisâtre ou chamois, sur les feuilles inférieures (Fig. 15). Ces lésions peuvent mesurer jusqu'à 4 cm par 15 cm. En cas d'infection grave, les feuilles entières meurent, et il s'avère difficile de voir des lésions individuelles; c'est ce qu'on appelle parfois la « brûlure » des feuilles. Des lésions peuvent également se développer sur les spathes, mais les grains ne sont pas infectés. Les plantes gravement atteintes deviennent vert grisâtre et meurent prématurément. Les hybrides possédant les gênes Ht conférant la résistance développent des lésions plus petites (Fig. 16 et 17).

**Fréquence :** Il s'agit d'une des maladies foliaires les plus graves du maïs au Canada et dans les régions septentrionales du monde. Le champignon hiverne sur les débris de maïs. Ces spores sont aéroportées jusqu'à 2 km à des températures modérées (18-25°C) et peuvent également être dispersées par la pluie. Des rosées importantes favorisent le développement de la maladie. Une infection secondaire peut rapidement se propager d'un champ à l'autre. Au Canada, le foyer initial d'infection peut

**Figure 15.** Symptômes typiques du dessèchement du maïs. Lésions longues, elliptiques, vert grisâtre ou chamois apparaissant sur les feuilles.

**Figure 16.** Lésions dues au dessèchement sur un plant de maïs possédant le gène $Htm_1$ conférant la résistance à la maladie. Les lésions sont plus petites et vert jaunâtre.

**Figure 17.** Lésions dues au dessèchement sur un plant de maïs possédant le gène $Ht_2$ conférant la résistance à la maladie. Les lésions sont plus petites et vert jaunâtre à centre chamois.

apparaître à la suite de l'introduction de spores transportées par le vent depuis les États-Unis. Comme pour la plupart des maladies foliaires, les plants atteints de dessèchement sont prédisposés à la pourriture de la tige.

**Lutte :** Ce champignon compte quatre races. Les hybrides résistent à une race en particulier ou à toutes les races. La rotation des cultures et le travail du sol permettent de réduire les résidus de surface et les populations pathogènes. Les traitements fongicides s'avèrent utiles pour le maïs sucré, mais doivent être appliqués tôt et souvent à plusieurs reprises.



### 2.12 Kabatiellose (tache brune)

**Agent causal :** *Aureobasidium zeae* (Narita et Hiratsuka) J.M. Dingley (= *Kabatiella zeae* Narita et Hiratsuka).

**Symptômes :** Les symptômes foliaires consistent en lésions rondes à ovales (2 à 5 mm de diamètres) à centre chamois à crème et à pourtour brun (Fig. 18) ou pourpre (Fig. 19); ces lésions sont entourées d'une auréole jaunâtre semblable à un « oeil » caractéristique. Ces lésions sont faciles à reconnaître si la feuille est tenue face à une source lumineuse. Elles peuvent s'amalgamer pour former une grande plaque nécrosée. Les feuilles supérieures peuvent flétrir et mourir prématurément. Les symptômes peuvent être confondus avec des taches foliaires physiologiques non infectieuses ou des dommages causés par les insectes chez certaines variétés de maïs.

**Fréquence :** L'incidence de la maladie augmente au Canada. La kabatiellose survient par temps froid et humide à la fin d'août et en septembre. Le champignon hiverne dans les débris de maïs et ses spores sont disséminées par la pluie et le vent. On observe une incidence supérieure dans les régions où l'on applique des méthodes de conservation et quand on cultive du maïs après du maïs dans une rotation. Comme pour la plupart des maladies foliaires, les plants atteints de kabatiellose sont prédisposés à la pourriture de la tige.

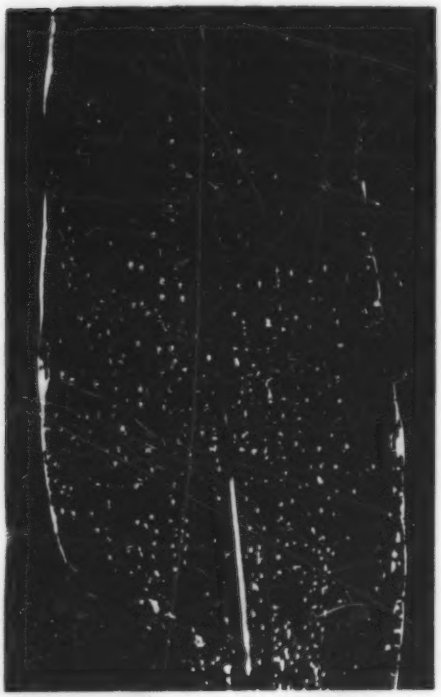


**Figure 18.** Lésions de kabatiellose sur une feuille de maïs. Il s'agit d'un type de lésions consistant en de petites taches rondes à ovales à centre chamois ou crème et à pourtour brun. À noter l'auréole jaune entourant les taches et leur donnant l'apparence d'un « oeil ».

**Figure 19.** Lésions de kabatiellose sur une feuille de maïs. Il s'agit d'un type de lésions consistant en de petites taches rondes à ovales à centre chamois ou crème et à pourtour pourpre. À noter l'auréole jaune entourant les taches et leur donnant l'apparence d'un « oeil ».

**Lutte :** Il est recommandé de cultiver des hybrides résistants dans les régions où la maladie a été dépistée. La rotation des cultures et des labours éliminant les débris végétaux sont recommandés pour combattre la maladie. On peut également traiter les champs de maïs sucré avec des fongicides.



## 2.13 Rouille

**Agent causal :** *Puccinia sorghi* Schwein.

**Symptômes :** Au début, les symptômes consistent en l'apparition, sur les feuilles, de petites taches décolorées qui se transforment rapidement en petites pustules rondes à allongées brun rougeâtre, remplies d'urédospores rouges (Fig. 20). On peut observer la présence de pustules tant à la surface des feuilles que sur les spathes, les gaines des feuilles et les tiges. Les spores rouges peuvent coller aux mains ou aux vêtements. Les pustules noircissent à mesure que mûrit la plante (Fig. 21). Elles sont fréquemment regroupées en bandes autour des feuilles, quand l'infection survient au stade du verticille. Les jeunes feuilles sont plus sensibles. En cas d'infection grave, le tissu foliaire autour des pustules jaunit, flétrit et meurt. Certains hybrides possèdent des gênes conférant la résistance à la maladie; ils peuvent avoir une réaction d'hypersensibilité qui se traduit par l'apparition de plusieurs petites lésions (piqûres) pâles (Fig. 22).

**Fréquence :** Le champignon n'hiverne pas au Canada; ces spores survivent pendant l'hiver sur le maïs dans le sud des États-Unis, puis sont portées par le vent vers les régions productrices septentrionales des États-Unis et du Canada. La rouille préfère un taux d'humidité élevé (au-dessus de 95 p. 100) et la chaleur (16-25°C). Comme pour la plupart des maladies foliaires, les plants atteints de rouille sont prédisposés à la pourriture de la tige.

**Figure 20.** Feuilles de maïs infectées par la rouille. Les pustules rouge-brun éclatent, libérant des spores de couleur rouille pendant l'été.

**Figure 21.** Stade tardif d'infection par la rouille du maïs. Les pustules sont maintenant plus noires que rouilles et contiennent des téliospores noires.

**Figure 22.** Exemple de réaction d'hypersensibilité à la rouille du maïs. Les plants possédant les gènes responsables de la résistance réagissent à la rouille en développant plusieurs petites lésions semblables à des piqûres.



**Lutte :** Il est recommandé d'utiliser des hybrides résistants. Des semis hâtifs permettent aussi à la culture d'atteindre un stade moins sensible avant l'arrivée des spores. Des pratiques culturales, comme la rotation des cultures et les labours éliminant les résidus de culture, n'ont aucun impact sur l'incidence de la maladie, car les spores de la rouille proviennent des États-Unis. Les traitements fongicides représentent une solution économique dans les champs de maïs sucré.

### 2.14 Mildiou

**Agent causal :** *Sclerophthora macrospora* [*Sclerophthora macrospora* (Sacc.) Thirumalachar et coll. = *Sclerospora macrospora* Sacc.].

**Symptômes :** Parmi les symptômes typiques, citons une déformation et/ou un rabougrissement de la plante et des panicules, qui peuvent être partiellement ou entièrement remplacées par une masse de tissus foliaires. Les épis sont nombreux, allongés, feuillus et stériles. Les feuilles sont étroites et plumeuses; on observe également un tallage excessif. Il peut arriver que les épis et les panicules ne se développent pas.

**Fréquence :** Le champignon hiverne sous forme d'oospores dans le sol ou les tissus infectés. Quand le sol est très humide, les oospores se transforment en zoospores qui nagent vers les jeunes plants et les infectent. Les graminées nuisibles et les petites céréales sont également sensibles à cet agent pathogène, de sorte que celui-ci peut demeurer dans un champ même si on n'y cultive pas de maïs pendant plusieurs années. La maladie ne pose pas un problème majeur au Canada.

**Lutte :** Il faut bien drainer le sol pour combattre efficacement cette maladie. Il faut aussi éviter les endroits humides. Les plants n'infecteront pas si le point végétatif n'est pas submergé.



## MALADIES VIRALES

Même si les virus sont responsables des plus graves maladies du maïs ailleurs dans le monde, au Canada, les viroses sont très rares et n'apparaissent souvent que sur du maïs semé très tard et dans les régions productrices plus chaudes du sud de l'Ontario. Deux virus sont plus fréquents, soit celui de la mosaïque nanisante du maïs et celui de la mosaïque striée du blé.

### 3.1 Mosaïque nanisante du maïs

**Agent causal :** Le virus de la mosaïque nanisante du maïs (MDMV-A) et le virus de la mosaïque de la canne à sucre (SCMV, anciennement le MDMV-B).

**Symptômes :** Les symptômes des deux virus varient selon le moment de l'infection, l'hybride et la souche virale. Des taches vert pâle et vert foncé apparaissent sur les jeunes feuilles, formant des marbrures ou une mosaïque (Fig. 23). Ces taches peuvent se développer en stries étroites, vert pâle ou jaunâtre le long des nervures (Fig. 24). Plus tard dans la saison, les plantes présentent des stries rouges sur les feuilles (Fig. 25), en particulier après une nuit froide. Lorsque l'infection survient tôt, les plants sont trapus, ont des entre-noeuds plus courts, sont vert jaunâtre ou affichent une piètre grenaison. Les plants infectés au stade des 10 à 12 feuilles ont l'air de « queues de vache », car les nouvelles feuilles et/ou panicules sont couvertes par les feuilles plus anciennes. Le maïs infecté après l'apparition des soies semble presque normal.

**Fréquence :** Au Canada, la plupart du temps, lorsque l'on signale le MDMV ou le SCMV, c'est sur du maïs sucré ou du maïs-grain semé tard dans la saison. Les deux virus sont transmis par une vingtaine d'espèces de pucerons qui se nourrissent de maïs. C'est le vent qui transporte ces insectes vecteurs des États-Unis au Canada. Les deux virus peuvent s'attaquer à plus de 200 espèces de graminées sauvages et cultivées,

**Figure 23.** Symptômes typiques de la mosaïque nanisante du maïs sur une feuille infectée.

**Figure 24.** Stries jaunâtres dues à la présence du virus de la mosaïque de la canne à sucre sur une feuille de maïs.

**Figure 25.** Symptômes avancés de la mosaïque nanisante du maïs, alors que les plants développent des stries rouges sur les feuilles tard dans la saison. Causés à la fois par le virus de la mosaïque nanisante du maïs et par celui de la mosaïque de la canne à sucre.

maïs le sorgho d'Alep est le seul hôte d'importance sur lequel ils hivernent en Amérique du Nord.

**Lutte :** Il est recommandé de cultiver des hybrides résistants. La plupart des cultivars de maïs sucré sont sensibles. La lutte contre les pucerons sur les jeunes plants peut retarder l'infection dans les cultures tardives. En semant le maïs tôt, on peut prévenir les infestations de pucerons au stade des plantules.



### 3.2 Mosaïque striée du blé

**Agent causal :** Virus de la mosaïque striée du blé (WSMV).

**Symptômes :** Le phytopte de l'enroulement du blé (*Aceria tulipae*) est vecteur du virus. De petites taches ovales à elliptiques et jaunâtres, ainsi que des stries se forment sur les jeunes feuilles. Les stries s'allongent et se développent parallèlement aux nervures. Les plants gravement atteints se rabougrissent, jaunissent et forment de petits épis produisant peu de grains. À mesure que la plante se développe, les acariens se nourrissent sur les côtés des grains; c'est ce qui expliquerait la présence de stries rouges sur les grains.

**Fréquence :** On ne trouve cette maladie qu'occasionnellement sur le maïs au Canada; toutefois c'est une maladie grave du blé. Les graminées nuisibles peuvent constituer des hôtes intermédiaires des acariens. On croit que les acariens hivernent sur le blé d'hiver et, au printemps, sont transportés par le vent, du blé d'hiver en pleine croissance, vers le maïs, le blé de printemps et l'orge.

**Lutte :** On recommande de cultiver des hybrides résistants. Il faut également éviter de planter tardivement du maïs à proximité de blé mûrissant, pour ne pas que le vecteur se répande entre les cultures.